

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. August 2019 (08.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/149482 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01J 35/06 (2006.01) H01J 1/22 (2006.01)
H01J 1/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/050387

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. Januar 2019 (09.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18154147.5 30. Januar 2018 (30.01.2018) EP

(71) Anmelder: SIEMENS HEALTHCARE GMBH
[DE/DE]; Henkestr. 127, 91052 Erlangen (DE).

(72) Erfinder: FREUDENBERGER, Jörg; Am Mühlberg 6,
90562 Kalchreuth (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

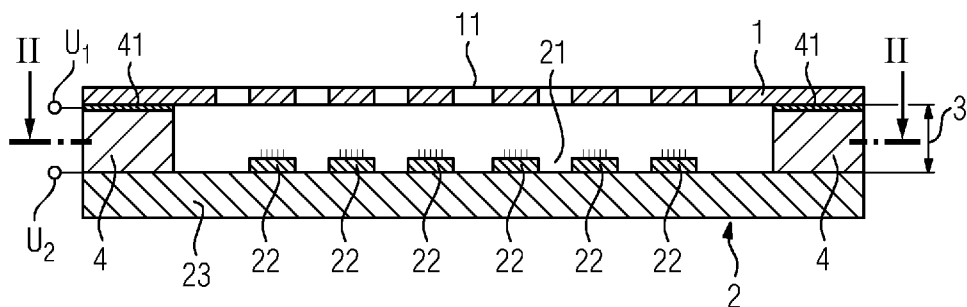
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: EMISSION DEVICE

(54) Bezeichnung: EMISSIONSVORRICHTUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to an emission device comprising - an emitter (1) which comprises a structured main emission surface (11) and which can be switched to a main potential (U_1), and - a connectable field effect electron emitter (2) which comprises a structured heat emission surface (21) and which can be switched to a heat potential (U_2) that differs from the main potential (U_1), wherein - the heat emission surface (21) comprises a specifiable number of individually controllable field effect emitter segments (22). Such an emission device has a longer service life while maintaining a constant image quality.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Emissionsvorrichtung, umfassend - einen Emittor (1) mit einer strukturierten Hauptemissionsfläche (11), der an ein Hauptpotential (U_1) schaltbar ist, und - einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemittor (2) mit einer strukturierten Heizemissionsfläche (21), der an ein Heizpotential (U_2) schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential (U_1) ist, und wobei - die Heizemissionsfläche (21) eine vorgebbare Anzahl von einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmenten (22) umfasst. Eine derartige Emissionsvorrichtung besitzt eine längere Lebensdauer bei gleichbleibender Bildqualität.



WO 2019/149482 A1

Beschreibung

Emissionsvorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine Emissionsvorrichtung.

In der US 2001/0019601 A1 ist eine Emissionsvorrichtung offenbart, die als thermionische Emissionsvorrichtung ausgeführt ist. Die Kathode umfasst einen Flachemitter mit einer
10 Hauptemissionsfläche, der an ein Hauptpotential schaltbar ist, sowie einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter mit einer unstrukturierten Heizemissionsfläche, die an ein Heizpotential schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential ist. Da weder die Heizemissionsfläche noch die Hauptemissionsfläche eine Strukturierung (Segmentierung) aufweisen, kann die Intensität der Elektronenmission nicht selektiv
15 gesteuert werden.

In der US 4,115,720 ist eine Anode beschrieben, die beabstandet zu einer Kathode angeordnet ist. Sowohl die Anode als
20 auch die Kathode weisen keine Segmentierung auf, sodass keine selektive Steuerung der Elektronenmission möglich ist.

In der US 2011/0116593 A1 ist eine indirekt beheizte Kathode
25 beschrieben, die eine Elektronenquelle umfasst. Die Elektronenquelle, die die Kathode aufheizt, kann hierbei als Feldeffektemitter oder als thermischer Emitter ausgeführt sein. Die Elektronenquelle kann hierbei mehrteilig sein, wobei die Kathode nicht segmentiert ist, sodass keine selektive Steuerung
30 der Elektronenmission möglich ist.

Aus der JP H07 161303 A ist eine durch Elektronen beheizte Kathode bekannt. Die Elektronen werden von einem nadelförmigen Emitter auf die Rückseite der Kathode emittiert, wodurch
35 sich die Kathode erwärmt. Eine derart beheizte Kathode ist für eine Röntgenröhre geeignet. Die Kathode ist wiederum nicht segmentiert, sodass auch in diesem Fall keine selektive Steuerung der Elektronenmission möglich ist.

Weiterhin ist in der US 2015/0078511 A1 ein Röntgengerät mit einer vorgebbaren Anzahl von unabhängigen und nicht segmentierten Kathoden offenbart.

5

Eine weitere Emissionsvorrichtung, die als thermionische Emissionsvorrichtung ausgeführt ist, ist z.B. aus der DE 10 2009 005 454 B4 bekannt und in einer Röntgenröhre als Kathode wirksam. Die bekannte thermionische Emissionsvorrichtung umfasst einen indirekt beheizten Hauptemitter, der als Flachemitter mit einer unstrukturierten Hauptemissionsfläche ausgebildet ist, und mit einem Heizemitter, der als Flachemitter mit einer strukturierten Heizemissionsfläche ausgebildet ist.

15

Unter einer unstrukturierten Emissionsfläche wird eine flache, im Wesentlichen homogene Emissionsfläche ohne Schlitze oder ähnliche Unterbrechungen verstanden. Eine Emissionsfläche, die beispielsweise durch Schlitze unterbrochen ist oder eine mäanderförmige Leiterbahn aufweist, wird als strukturiert bezeichnet.

Bei der aus der DE 10 2009 005 454 B4 bekannten thermionischen Emissionsvorrichtung weisen der Hauptemitter und der Heizemitter jeweils mindestens zwei Anschlussfahnen auf, wobei der Heizemitter gewissermaßen in den Hauptemitter geschachtelt ist. Die Hauptemissionsfläche und die Heizemissionsfläche sind im Wesentlichen parallel und zentrisch zueinander ausgerichtet. Die Anschlussfahnen des Hauptemitters sind im Wesentlichen senkrecht zur Hauptemissionsfläche ausgerichtet und stehen in lateraler Richtung nicht über die Hauptemissionsfläche heraus. Bei der bekannten thermionischen Emissionsvorrichtung wird mit konstruktiv einfach gehaltenen Mitteln eine möglichst hohe Qualität des Brennflecks erreicht und auch bei hohen thermischen Belastungen eine unerwünschte Aufweitung oder Defokussierung des Elektronenstrahls vermieden.

Der in der thermionischen Emissionsvorrichtung erzeugte Elektronenstrahl trifft in einem Brennfleck auf eine Drehanode auf. Aufgrund des Brennfleckprofils des Elektronenstrahls entsteht auf der Brennbahn eine Oberflächentemperatur von bis zu 2.400 °C. Diese Oberflächentemperatur der Brennbahn kann ohne unerwünschte Verkürzung der Lebensdauer der Drehanode nicht erhöht werden, so dass allenfalls nur eine sehr geringe Leistungserhöhung über einen sehr kurzen Zeitraum und einer anschließenden Abkühlphase realisierbar ist.

Weitere indirekte Heizungen für thermionische Emitter sind in der EP 0 349 387 B1 und der US 8,000,449 B2 offenbart.

In der US 7,903,788 B2 und der DE 10 2006 018 633 B4 sind jeweils strukturierte Flachemitter beschrieben.

Aus der US 7,795,792 B2 ist es bekannt, Emitttermaterialien durch ein Karburieren (Aufkohlen) in den Emissionseigenschaften zu verändern.

Die WO 2013/080074 A1 beschreibt den Einsatz von Carbon Nanotubes (Kohlenstoffnanoröhrchen) als Emitter in Röntgenröhren.

Weiterhin ist aus der US 6,556,656 B2 bekannt, Elektroden unter dem eigentlichen Elektronenemitter anzuordnen, um eine Homogenisierung des elektrischen Feldes am Ort des Elektronenemitters zu erhalten.

Eine asymmetrische Emission von Elektronen ist z.B. aus der US 7,835,501 B2 bekannt. Hierbei wird ein aus der Kathode austretender Elektronenstrahl durch eine Brennfleck-Modulationseinheit derart moduliert, dass eine asymmetrische Intensitätsverteilung des Elektronenstrahls einstellbar ist.

In der DE 195 13 290 C1 sowie der korrespondierenden US 5,703,924 A ist eine als Flachemitter ausgebildete Glühkathode beschrieben, die aus einem Grundkörper aus Wolfram be-

steht und eine Beschichtung aus einem Dispenser-Kathoden-Material, z.B. Lanthanhexaborid (LaB_6), besteht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Emissionsvorrichtung für eine Röntgenröhre zu schaffen, die bei gleichbleibender Bildqualität eine längere Lebensdauer der Röntgenröhre gewährleistet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Emissionsvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

Die Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 umfasst erfindungsgemäß einen Emitter mit einer strukturierten Hauptemissionsfläche, der an ein Hauptpotential schaltbar ist, sowie einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter mit einer strukturierten Heizemissionsfläche, der an ein Heizpotential schaltbar ist, das unterschiedlich zum Hauptpotential ist. Bei der erfindungsgemäßen Emissionsvorrichtung ist die Strukturierung bei einem Emitter mit rechteckiger Oberfläche beispielsweise durch Schlitze auf der Hauptemissionsfläche realisierbar. Auf der Heizemissionsfläche ist diese Strukturierung z.B. durch eine entsprechende Segmentierung des Feldeffektemittermaterials realisierbar. Durch eine derartige Strukturierung erhält man auf einfache Weise einen definierten Brennfleck. Die Heizemissionsfläche der Emissionsvorrichtung gemäß Anspruch 1 umfasst weiterhin eine vorgebbare Anzahl von einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmenten.

Bei der erfindungsgemäßen Emissionsvorrichtung wird die strukturierte Hauptemissionsfläche des Emitters durch Elektronen aufgeheizt, die von der strukturierten Heizemissionsfläche des Feldeffekt-Elektronenemitters emittiert werden.

Der Feldeffekt-Elektronenemitter bildet somit eine indirekte Heizung für den Emitter.

Dadurch, dass bei dem Feldeffekt-Elektronenemitter eine kalte Emission der Elektronen erfolgt, ist das Heizpotential, das die Emission der Elektronen aus der Heizemissionsfläche bewirkt, unterschiedlich zum Hauptpotential, das zu der thermischen Emission der Elektronen aus der Hauptemissionsfläche des Emitters führt.

Aufgrund der kalten Elektronenemission ist im Stand-by-Betrieb deshalb auch keine thermische Heizung des Elektronenemitters erforderlich, wodurch sich eine längere Lebensdauer für die Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 ergibt.

Im Rahmen der Erfindung können die Feldeffekt-Elektronenemitter beispielsweise als CNT-basierte Feldemittern (CNT, Carbon Nano Tubes, Kohlenstoff-Nanoröhren) oder als Si-basierte Feldemitter (Si, Silizium) ausgeführt sein. Auch nanokristalliner Diamant ist gemäß der DE 197 27 606 A1 für die Herstellung von Kaltkathoden geeignet.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Emissionsvorrichtung weist die Heizemissionsfläche zu der Hauptemissionsfläche einen vorgebbaren Abstand auf (Anspruch 2). Bei CNT-basierten Feldemittern (CNT, Carbon Nano Tubes, Kohlenstoff-Nanoröhren) liegt der vorgebbare Abstand zwischen Heizemissionsfläche und Hauptemissionsfläche beispielsweise zwischen ca. 0,5 mm und 5 mm. Anstelle von CNT-basierten Feldemittern sind auch Si-basierte Feldemitter (Si, Silizium) einsetzbar. Auch die Verwendung von wenigstens zwei verschiedenen Feldemissions-Materialien ist im Rahmen der Erfindung möglich.

Die Hauptemissionsfläche der Emissionsvorrichtung ist in vorteilhafter Weise durch die Heizemissionsfläche in einem vorgebbaren Bereich aufheizbar (Anspruch 3).

Die Emissionsvorrichtung gemäß der Erfindung bzw. deren vorteilhafte Ausgestaltungen (Ansprüche 2 und 3) sind für den Einbau in einen Fokuskopf geeignet (Anspruch 4).

Mit der Emissionsvorrichtung (Ansprüche 1 bis 3) bzw. mit einem damit ausgestatteten Fokuskopf (Anspruch 4) ist auf einfache Weise eine Röntgenröhre mit einer deutlich verbesserten Dosismodulation herstellbar (Ansprüche 5 und 6).

Durch die kurzen Abkühlzeiten beim Abschalten des Heizemitters sowie die deutlich kürzeren Abkühlzeiten des Hauptemitters bei abgeschaltetem Heizemitter, werden die Strahlenbelastungen entsprechend reduziert und die Aufnahmezeiten bei der Bildgebung verkürzt.

Die vorstehend beschriebenen Röntgenröhren (Ansprüche 5 und 6) können ohne Modifikationen in das Strahlergehäuse eines Röntgenstrahlers eingebaut werden (Anspruch 7).

Nachfolgend werden zwei schematisch dargestellte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. Es zeigen:

FIG 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform einer Emissionsvorrichtung,

FIG 2 eine perspektivische Ansicht der Emissionsvorrichtung entlang der Linie II-II in FIG 1,

FIG 3 ein erstes Ausführungsbeispiel für eine strukturierte Hauptemissionsfläche eines als Flachemitter ausgebildeten Emitters in Draufsicht und

FIG 4 ein zweites Ausführungsbeispiel für eine strukturierte Hauptemissionsfläche eines ebenfalls als Flachemitter ausgebildeten Emitters in perspektivischer Ansicht.

Die in FIG 1 dargestellte Emissionsvorrichtung umfasst einen Flachemitter 1 mit einer Hauptemissionsfläche 11 und einen Feldeffekt-Elektronenemitter 2 mit einer Heizemissionsfläche 21.

Der Flachemitter 1 ist an ein Hauptpotential U_1 schaltbar und der Feldeffekt-Elektronenemitter 2 ist an ein Heizpotential U_2 schaltbar, das unterschiedlich zum Hauptpotential U_1 ist.

5

Der Heizemissionsfläche 21 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 umfasst eine vorgebbare Anzahl von Segmenten 22, die beispielsweise durch eine Metallisierung auf einem Substrat 23 aufgebracht sind. Die Strukturierung der Heizemissionsfläche 21 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel durch die einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmente 22 erreicht.

10

Erfindungsgemäß sind die Hauptemissionsfläche 11 und die Heizemissionsfläche 21 strukturiert.

15

Die Heizemissionsfläche 21 weist zu der Hauptemissionsfläche 11 einen vorgebbaren Abstand 3 auf. Hierzu ist im Randbereich des Substrats 23 wenigstens ein Abstandshalter 4 angeordnet, durch den der Abstand 3 zwischen Heizemissionsfläche 21 und Hauptemissionsfläche 11 sichergestellt ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist gemäß FIG 2 ein U-förmiger Abstandshalter 4 vorgesehen, der auf drei Seiten angeordnet ist und eine Kontaktierung 41 für den Flachemitter 1 aufweist. Eine Längsseite des Substrats 23 ist nicht durch den Abstandshalter 4 belegt, um die auf dem Substrat 23 angeordneten Feldeffekt-Emittersegmente 22 elektrisch kontaktieren zu können.

20

25

Aufgrund der erfindungsgemäßen Strukturierung der Heizemissionsfläche 21 ist die Hauptemissionsfläche 11 in einem vorgebbaren Flächenbereich definiert aufheizbar.

30

Weiterhin ist nicht nur die Heizemissionsfläche 21 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 strukturiert, sondern auch die Hauptemissionsfläche 11 des Flachemitters 1. Für die Strukturierung der Hauptemissionsfläche 11 ist in den FIG 3 und 4 jeweils ein Ausführungsbeispiel gezeigt.

35

Die Hauptemissionsfläche 11 gemäß FIG 3 weist eine plane Struktur 12 mit einem einteilig ausgebildeten Rahmen 13 auf. Innerhalb des Rahmens 13 ist eine Struktur 12 angeordnet, durch die die Hauptemissionsfläche 11 in Segmente 14a bis 14f unterteilt ist. Damit kann eine frei wählbare Anzahl von Segmenten 14a bis 14f durch die Heizemissionsfläche 21 (gestrichelt dargestellt) des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 definiert aufgeheizt werden, wodurch die Emission von thermischen Elektronen aus der Hauptemissionsfläche 11 gezielt verbessert wird.

Die Hauptemissionsfläche 11 gemäß FIG 4 besitzt ebenfalls eine plane Struktur 15, die aus elastischen Elementen 16 besteht. Die elastischen Elemente 16 sind in einem zweigeteilten Rahmen 17 angeordnet, wobei der größere Anteil der elastischen Elemente 16 über der Heizemissionsfläche 21 (gestrichelt dargestellt) des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 angeordnet ist und der kleinere Anteil der elastischen Elemente 16 zum mechanischen Temperatenausgleich dient.

Durch das Anlegen von Spannungen an die Feldeffekt-Emittersegmente 22 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 baut sich ein elektrisches Feld zwischen dem (auf einem einheitlichen Potential liegenden) Flachemitter 1 und den Feldeffekt-Emittersegmenten 22 des Feldeffekt-Elektronenemitters 2 auf. Dadurch kann die in die in den Feldeffekt-Elektronenemitter 2 eingetragene Leistung für jedes Feldeffekt-Emittersegment 22 einzeln geregelt werden. Dies führt dazu, dass die Emissionsverteilung des Flachemitters 1 auf einfache Weise steuerbar ist. Dies erlaubt z.B. eine asymmetrische Brennfleckverteilung oder eine Optimierung der Emissionsverteilung, wodurch die Modulationstransferfunktionen (MTF) und damit die Bildqualität verbessert werden.

Patentansprüche

1. Emissionsvorrichtung, umfassend

- 5 – einen Emitter (1) mit einer strukturierten Hauptemissionsfläche (11), der an ein Hauptpotential (U_1) schaltbar ist, und
- einen zuschaltbaren Feldeffekt-Elektronenemitter (2) mit einer strukturierten Heizemissionsfläche (21), der an ein Heizpotential (U_2) schaltbar ist, das unterschied-
- 10 lich zum Hauptpotential (U_1) ist, und wobei
- die Heizemissionsfläche (21) eine vorgebbare Anzahl von einzeln ansteuerbaren Feldeffekt-Emittersegmenten (22) umfasst.

- 15 2. Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Heizemissionsfläche (21) zu der Hauptemissionsfläche (11) einen vorgebbaren Abstand (3) aufweist,

- 20 3. Emissionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Hauptemissionsfläche (11) durch die Heizemissionsfläche (21) in einem vorgebbaren Bereich aufheizbar ist.

- 25 4. Fokuskopf mit einer Emissionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

5. Röntgenröhre, die eine Anode und eine Emissionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 umfasst.

- 30 6. Röntgenröhre, die eine Anode und einen Fokuskopf nach Anspruch 4 umfasst.

7. Röntgenstrahler mit einem Strahlergehäuse, in dem eine Röntgenröhre nach Anspruch 5 oder 6 angeordnet ist.

FIG 1

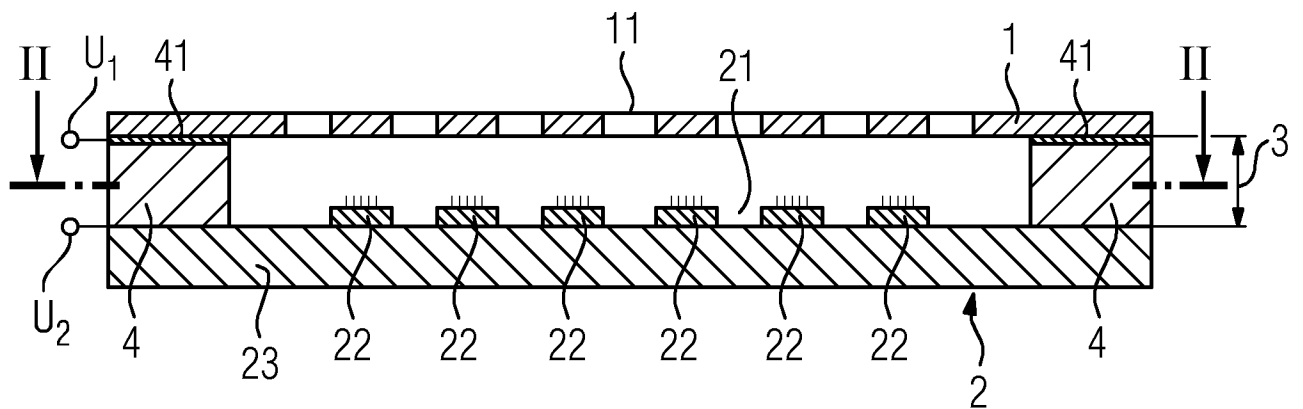


FIG 2

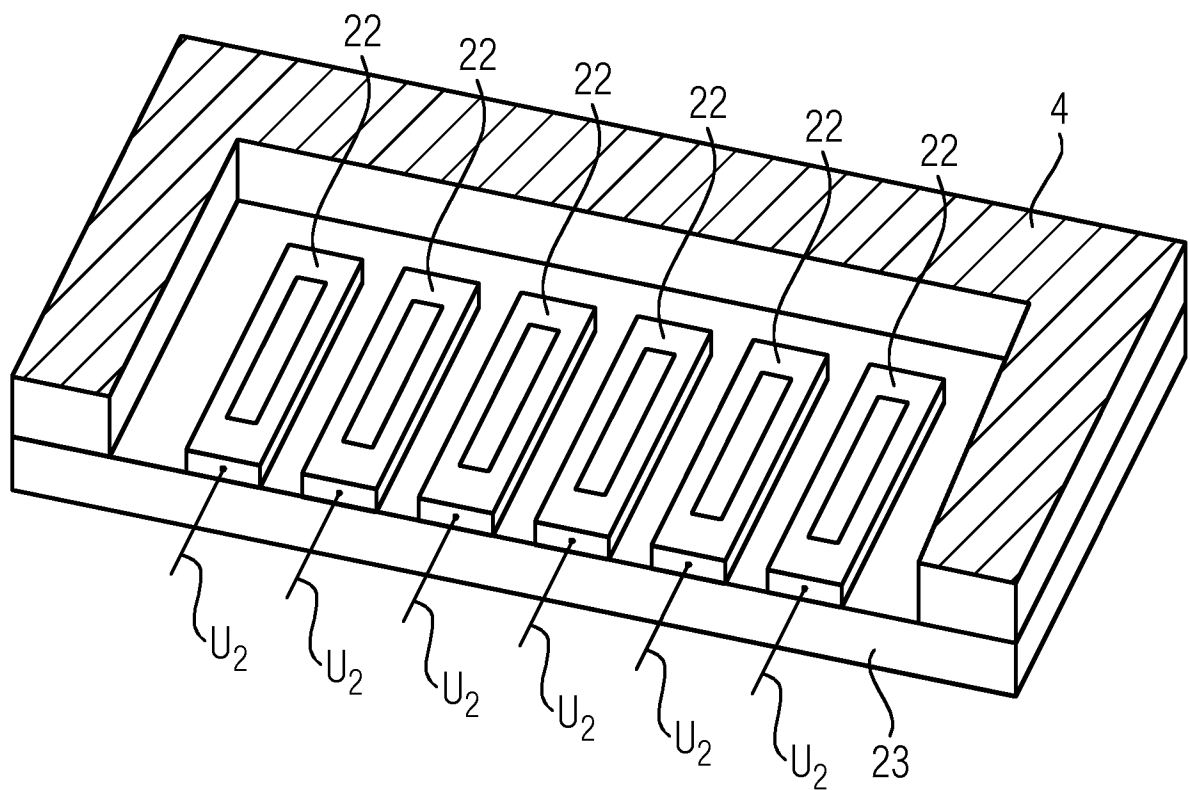


FIG 3

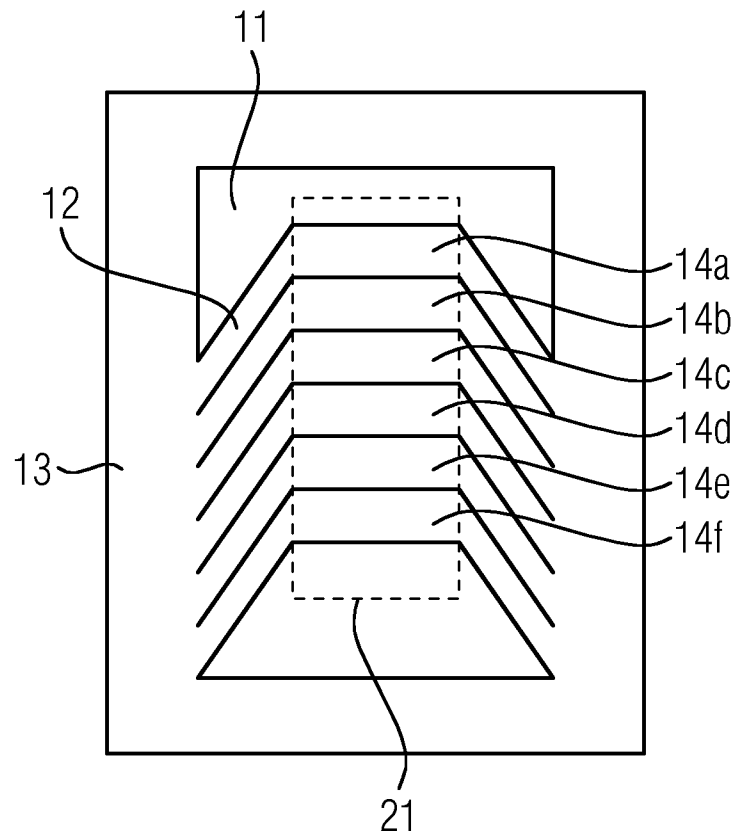
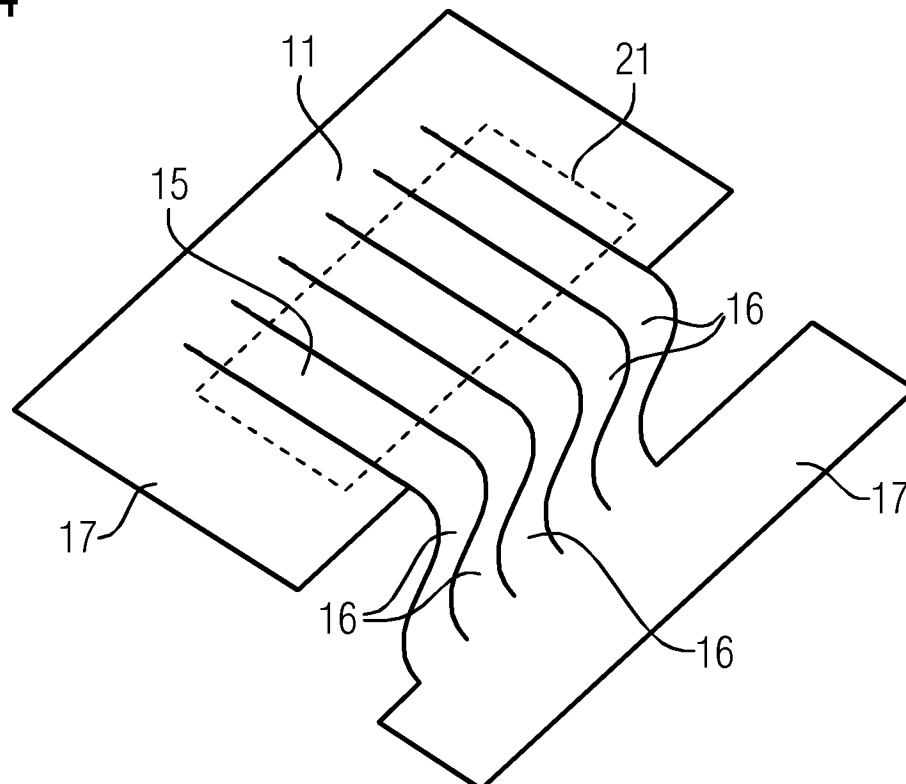


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/050387

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01J 35/06**(2006.01)i; **H01J 1/20**(2006.01)i; **H01J 1/22**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001019601 A1 (TKAHASHI SADAYUKI [JP] ET AL) 06 September 2001 (2001-09-06) cited in the application paragraphs [0008], [0033] - [0041]; figures 5-7	1-7
A	US 4115720 A (LEVINE JULES DAVID) 19 September 1978 (1978-09-19) cited in the application column 1, line 45 - column 2, line 18; figure	1,3,4
X	US 2011116593 A1 (ZOU YUN [US] ET AL) 19 May 2011 (2011-05-19) cited in the application paragraphs [0022], [0026] - [0039]; claims 1,2; figures 1-4	1-7
X	JP H07161303 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 23 June 1995 (1995-06-23) cited in the application abstract; figures 1-3	1-3
A	US 2015078511 A1 (TANG CHUANXIANG [CN] ET AL) 19 March 2015 (2015-03-19) cited in the application paragraphs [0038] - [0046], [0060] - [0062]; figure 1	5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 April 2019

Date of mailing of the international search report

30 April 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Krauss, Jan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/050387

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010039014 A1 (KIM YONG HYUP [KR] ET AL) 18 February 2010 (2010-02-18) paragraphs [0002] - [0003], [0022] - [0030]; figures 3-5	1-4
X	US 5729244 A (LOCKWOOD HARRY F [US]) 17 March 1998 (1998-03-17) column 3, line 65 - column 5, line 12; figures 2,3 column 6, line 40 - column 7, line 50; figures 5-7 column 8, line 36 - column 9, line 4 column 9, line 32 - line 48	1-4
X	US 2013235976 A1 (JEONG TAE-WON [KR] ET AL) 12 September 2013 (2013-09-12) paragraphs [0040] - [0047]; figures 1,2	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/050387

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2001019601	A1	06 September 2001	NONE			
US	4115720	A	19 September 1978	NONE			
US	2011116593	A1	19 May 2011	DE	102010060484	A1	19 May 2011
				US	2011116593	A1	19 May 2011
JP	H07161303	A	23 June 1995	NONE			
US	2015078511	A1	19 March 2015	CN	104470178	A	25 March 2015
				EP	2851927	A1	25 March 2015
				JP	6382320	B2	29 August 2018
				JP	2016539483	A	15 December 2016
				KR	20160082970	A	11 July 2016
				RU	2016113744	A	23 October 2017
				US	2015078511	A1	19 March 2015
				WO	2015039602	A1	26 March 2015
US	2010039014	A1	18 February 2010	NONE			
US	5729244	A	17 March 1998	US	5729244	A	17 March 1998
				WO	9948121	A1	23 September 1999
US	2013235976	A1	12 September 2013	KR	20130101839	A	16 September 2013
				US	2013235976	A1	12 September 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01J35/06 H01J1/20 H01J1/22 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2001/019601 A1 (TKAHASHI SADAYUKI [JP] ET AL) 6. September 2001 (2001-09-06) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0008], [0033] - [0041]; Abbildungen 5-7	1-7
A	US 4 115 720 A (LEVINE JULES DAVID) 19. September 1978 (1978-09-19) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 18; Abbildung	1,3,4
X	US 2011/116593 A1 (ZOU YUN [US] ET AL) 19. Mai 2011 (2011-05-19) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0022], [0026] - [0039]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-4	1-7
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. April 2019		30/04/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Krauss, Jan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H07 161303 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 23. Juni 1995 (1995-06-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1-3
A	US 2015/078511 A1 (TANG CHUANXIANG [CN] ET AL) 19. März 2015 (2015-03-19) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0038] - [0046], [0060] - [0062]; Abbildung 1 -----	5
X	US 2010/039014 A1 (KIM YONG HYUP [KR] ET AL) 18. Februar 2010 (2010-02-18) Absätze [0002] - [0003], [0022] - [0030]; Abbildungen 3-5 -----	1-4
X	US 5 729 244 A (LOCKWOOD HARRY F [US]) 17. März 1998 (1998-03-17) Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 2,3 Spalte 6, Zeile 40 - Spalte 7, Zeile 50; Abbildungen 5-7 Spalte 8, Zeile 36 - Spalte 9, Zeile 4 Spalte 9, Zeile 32 - Zeile 48 -----	1-4
X	US 2013/235976 A1 (JEONG TAE-WON [KR] ET AL) 12. September 2013 (2013-09-12) Absätze [0040] - [0047]; Abbildungen 1,2 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/050387

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001019601	A1	06-09-2001	KEINE	
US 4115720	A	19-09-1978	KEINE	
US 2011116593	A1	19-05-2011	DE 102010060484 A1	19-05-2011
			US 2011116593 A1	19-05-2011
JP H07161303	A	23-06-1995	KEINE	
US 2015078511	A1	19-03-2015	CN 104470178 A	25-03-2015
			EP 2851927 A1	25-03-2015
			JP 6382320 B2	29-08-2018
			JP 2016539483 A	15-12-2016
			KR 20160082970 A	11-07-2016
			RU 2016113744 A	23-10-2017
			US 2015078511 A1	19-03-2015
			WO 2015039602 A1	26-03-2015
US 2010039014	A1	18-02-2010	KEINE	
US 5729244	A	17-03-1998	US 5729244 A	17-03-1998
			WO 9948121 A1	23-09-1999
US 2013235976	A1	12-09-2013	KR 20130101839 A	16-09-2013
			US 2013235976 A1	12-09-2013